

P24443.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Shuichi TEKEUCHI et al.

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : OBJECTIVE LENS FOR OPTICAL PICK-UP

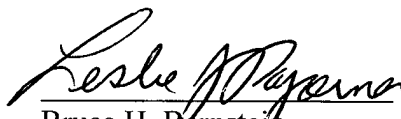
**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-003535, filed January 9, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
Shuichi TEKEUCHI et al.

  
Bruce H. Bernstein  
Reg. No. 29,027

*Reg 16*  
*33,329*

January 8, 2004  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1950 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 3 年   1 月   9 日  
Date of Application:

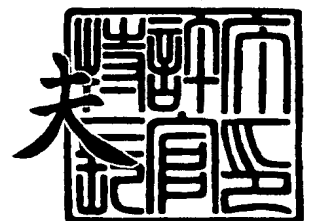
出 願 番 号      特 願 2 0 0 3 - 0 0 3 5 3 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:      [ J P 2 0 0 3 - 0 0 3 5 3 5 ]

出      願      人      ペンタックス株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 8 0 8 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 PX02P112

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 7/135  
G02B 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 竹内 修一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 丸山 晃一

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078880

【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4 番 1 号 新都市センタービル 5 F

【弁理士】

【氏名又は名称】 松岡 修平

【電話番号】 042-372-7761

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023205

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ディスク用対物レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一面が複数の微小な輪帯段差を有する構造をもち、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する対物レンズにおいて、

第一の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の設計波長が、第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の設計波長よりも長く、前記輪帯段差を有する面を、主として第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、前記第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための外側領域とに分けた場合に、前記外側領域の少なくとも 1 つの輪帯段差で生じる光路長差が前記第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の波長の整数倍よりも所定量小さいことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記光路長差を OPD とした場合、該 OPD が以下の条件 (1)、

$$(n-0.4) \leq \text{OPD} / \lambda < n \cdots (1)$$

但し、 $\lambda$  は前記第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の設計波長を、

$n$  は自然数を、それぞれ表す。

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、前記光路長差 OPD は、さらに以下の条件 (2)、

$$(n-0.25) \leq \text{OPD} / \lambda \leq (n-0.05) \cdots (2)$$

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記輪帯段差は、該輪帯段差が設けられている面において、レンズ厚さが内側

から外側に向かって厚くなるように形成されていることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 5】 輪帯状の位相シフト面を有し、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する対物レンズにおいて、

第一の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の設計波長が、第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の設計波長よりも長く、前記位相シフト面を、主として第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、前記第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための外側領域とに分けた場合に、前記外側領域の少なくとも一組の隣り合う輪帯の、前記第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光に対する位相シフト量が  $2\pi$  の整数倍よりも所定量小さいことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記位相シフト量を  $\phi$  とした場合、該  $\phi$  が、以下の条件 (3)、

$$2(n-0.4)\pi \leq \phi < 2n\pi \cdots (3)$$

但し、 $n$  は自然数を表す。

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記位相シフト量  $\phi$  が、さらに以下の条件 (4)、

$$2(n-0.25)\pi \leq \phi \leq 2(n-0.05)\pi \cdots (4)$$

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 8】 請求項 5 から請求項 7 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記輪帯によって形成される段差は、前記位相シフト面において、レンズ厚さが内側から外側に向かって厚くなるように形成されていることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 9】 請求項 2 から請求項 4、または請求項 6 から請求項 8 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、前記自然数  $n$  が以下の条件 (5

)、

$$1 \leq n \leq 6 \cdots (5)$$

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 10】 輪帯状の回折構造を利用することにより、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する対物レンズにおいて、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の設計波長が、第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の設計波長よりも長く、

前記回折構造を持つ面を、主として第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、前記第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための外側領域とに分けた場合に、前記外側領域のブレイズ波長が前記第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の波長の整数倍よりも所定量小さいことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記ブレイズ波長を  $\lambda_0$  とした場合、該  $\lambda_0$  が、以下の条件 (6)、

$$0.9 \leq \lambda_0 / (m \lambda) < 1.0 \cdots (6)$$

但し、 $\lambda$  は前記第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の設計波長を、

$m$  は前記第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の回折次数を、それぞれ表す。

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 12】 請求項 10 または請求項 11 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

回折構造が正のパワーを持つことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、記録密度や保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対するデータの記録・再生を行う光ディスク装置に用いられる対物レンズに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

光ディスクには、記録密度や保護層の厚みが異なる複数の規格が存在する。例えば、CD（コンパクトディスク）、CD-R（CD-レコードブル）よりもDVD（デジタルバーサタイルディスク）の記録密度は高く、保護層が薄い。そこで、規格が異なる光ディスクの切り替え時には、保護層の厚みによって変化してしまう球面収差を補正しつつ、情報の記録再生に使用する光のNAを変化させて記録密度の違いに対応した有効光束径が得られるようにする必要がある。

## 【0003】

例えば、DVDの記録／再生にはCD専用の光学系より高NAにしてビームスポットを絞る必要がある。スポット径は波長が短いほど小さくなるため、DVDを利用する光学系では、CD専用の光学系で用いられていた780～830nmより短い635～665nmの発振波長のレーザー光源を用いる。さらに、CD-Rを利用する場合には、記録面の反射特性から780nm程度の発振波長のレーザー光源を用いる。そのため近年、光情報記録再生装置には、波長の異なるレーザー光を発振可能な光源部を有する光ディスク用光学系が使用されている。

## 【0004】

また保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対して、それぞれ良好な状態で各光ディスクの記録面位置にレーザー光を収束させる手段の一つとして、近年、対物レンズの一面に輪帯状の微細な段差を有する回折構造を設けた対物レンズを光ディスク用光学系に搭載する技術が実用化されている。上記のような対物レンズは、該回折構造によって発生する球面収差が入射光束の波長に依存して変化する特徴を利用して、規格の異なる光ディスクであっても記録面上にレーザー光が収束するようにしている。

## 【0005】

具体的には、該対物レンズの回折構造が設けられた面は、主としてCD等の比較的記録密度の低い光ディスクに対する情報記録再生時に必要なNAを確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、DVDのような記録密度が高い光ディスクに対する情報記録再生時に必要なNAを確保するための外側領域とに分



けられる。内側領域は、CDに対する情報の記録再生用の光が該CDの記録面において良好に結像し、DVDに対する情報の記録再生用の光が該DVDの記録面において良好に結像するような回折構造を備えている。外側領域は、CDに対する情報の記録再生用の光が該CDの記録面において良好に結像せず、DVDに対する情報の記録再生用の光が該DVDの記録面において最も良好に結像するような回折構造を備えている。そして、外側領域のブレイズ化波長は、DVDに対する情報の記録再生用の光の発振波長と略等しく設定されている。

#### 【0006】

上記のような構造により、CDに対する情報記録再生用の光のうち、外側領域を透過した光束は、大きな球面収差が発生するため記録面上では拡散してしまい、内側領域を透過した光束のみが記録面上で結像し、比較的大径のスポットを形成する。また、DVDに対する情報記録再生用の光は、外側領域を透過する光束も収束するためNAが大きくなり、記録密度の高いDVDに対する情報の記録・再生に適した小径のスポットを形成する。

#### 【0007】

このようなDVD/CD互換対物レンズおよび該対物レンズを搭載した光情報記録再生装置は、例えば以下の特許文献1に開示される。

#### 【0008】

##### 【特許文献1】

特開2001-338431号公報

#### 【0009】

しかしながら、上記のようなDVD/CD互換対物レンズでは、CDに対する情報記録再生用の光のうち外側領域を透過することにより拡散した光が、記録面で反射した後、サーボ機構に検出されるおそれがあった。該拡散光がサーボ機構に検出されると、AF (Auto Focus) 信号やTE (Tracking Error) 信号等にノイズが生じてしまい、精度の高い光ピックアップ動作の妨げになるため、さらなる改善が要求されていた。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明は上記の事情に鑑み、記録面の異なる複数種類の光ディスクに対する情報の記録再生を実現しつつ、精度の高い光ピックアップ動作を保証する光ディスク用対物レンズを提供することを目的とする。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の光ディスク用対物レンズは、少なくとも一面が複数の微小な輪帯段差を有する構造をもち、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する対物レンズに関する。該対物レンズは、複数の微小な段差を有する面を、主として第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要なNAを確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に必要なNAを確保するための外側領域とに分けた場合に、外側領域の少なくとも1つの輪帯段差で生じる光路長差が第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の波長の整数倍よりも所定量小さいことを特徴とする。

#### 【0012】

ここで、第一の光ディスクとは例えばCDやCD-Rが該当する。また、第二の光ディスクとは例えばDVDが該当する。つまり、第一の光ディスクに対する情報の記録再生時に使用される光（第一のレーザー光）は、第二の光ディスクに対する情報の記録再生時に使用される光（第二のレーザー光）よりも長い発振波長を有する。そして、上記のように対物レンズの光路長差を設定することにより、外側領域を透過した第一のレーザー光は、より一層拡散の度合いが増すため、スポット周辺で反射する拡散光の強度をより一層低減することができる。従って、該拡散光が原因となるAF信号等のノイズの発生を低減し、高い精度での光ピックアップ動作が保証される。

#### 【0013】

より具体的には、少なくとも1つの輪帯段差で生じる光路長差OPDが以下の条件(1)を満たすように対物レンズを構成することが望ましい。

$$(n-0.4) \leq OPD / \lambda < n \cdots (1)$$

但し、 $\lambda$ は前記第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の設計波

長を、 $n$ は自然数を、それぞれ表す。

#### 【0014】

上記条件(1)において、下限を下回ると、第二のレーザー光の発振波長と上記光路長差が離れすぎてしまい、第二の光ディスクに対する情報記録再生時に有効な小径のスポットを形成することができなくなってしまうため好ましくない。また、上限以上になると、既に説明した従来の対物レンズと同様に第一の光ディスクに対する情報記録再生時に、比較的強度の高い拡散光がサーボ機構に検出されてしまう。これによりAF信号やTE信号などにノイズが発生するおそれがあるため好ましくない。

#### 【0015】

さらに好ましくは、対物レンズは、上記光路長差OPDが以下の条件(2)を満たすように構成される。

$$(n-0.25) \leq OPD / \lambda \leq (n-0.05) \cdots (2)$$

#### 【0016】

ここで、輪帯段差は、該輪帯段差が設けられている面において、内側から外側に向かってレンズ厚さが厚くなるように形成されていることが好ましい。これにより、第二の光ディスクに対する情報の記録再生に使用する際に温度変化が生じた場合に、収差の変化の度合いを低減することができる。

#### 【0017】

また、別の観点から、上記輪帯段差を輪帯状の位相シフト面と捉えることもできる。この場合、本発明に係る光ディスク用対物レンズは、外側領域の少なくとも1つの隣り合う輪帯の、第二のレーザー光に対する位相シフト量が $2\pi$ の整数倍よりも所定量小さいことを特徴とする。

#### 【0018】

詳しくは、対物レンズは、位相シフト量 $\phi$ が以下の条件(3)、より好ましくは以下の条件(4)を満たすように構成されることが望ましい。

$$2(n-0.4)\pi \leq \phi < 2n\pi \cdots (3)$$

$$2(n-0.25)\pi \leq \phi \leq 2(n-0.05)\pi \cdots (4)$$

但し、 $n$ は自然数である。

**【0019】**

上記各条件において、 $n$ は段差の大きさに影響する値である。従って、あまり $n$ が大きくなると対物レンズの製造が困難になってしまう。そこで、 $n$ は1以上6以下の範囲内に設定されることが好ましい（条件（5））。

**【0020】**

また、光ディスク用対物レンズが、外側領域における全ての輪帯段差の光路長差が等しい、いわゆる回折レンズである場合、該対物レンズは、外側領域のブレーズ波長が第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する光の波長の整数倍よりも所定量小さいことを特徴とする。

**【0021】**

詳しくは、対物レンズは、該ブレーズ波長 $\lambda_0$ が以下の条件（6）を満たすように構成されるとよい。

$$0.9 \leq \lambda_0 / (m\lambda) < 1.0 \cdots (6)$$

但し、 $\lambda$ は第二のレーザー光の設計波長を、 $m$ は第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する第二のレーザー光の回折次数を、それぞれ表す。

**【0022】**

回折レンズの回折構造が正のパワーを持つように構成すれば、温度変化によって生じるおそれがある諸収差の変動を小さく抑えることができ、さらには色収差を補正する効果も得られる。回折構造が正のパワーを有するということは、回折構造が設けられた面が、内側から外側に向かってレンズ厚さが厚くなるように形成されているともいえる。

**【0023】****【発明の実施の形態】**

以下、この発明に係る光ディスク用光学系の実施形態を説明する。なお、本明細書において各実施形態を詳説するにあたり用いる各語句は、以下のように定義する。まず、回折構造とは、ある特定の次数の回折光が強く現れるようにブレーズ化された回折格子をいう。ブレーズ化された回折格子は、各領域の境界で生じる光路長差が、ある波長 $\lambda$ の $m$ 倍（ $m$ は自然数）となるように形状や媒質の屈折率などが最適化されている。従って位相差という表現を用いて、各領域の境界で

与える位相差が  $2m\pi$  であると説明しても良い。

#### 【0024】

各領域の境界で生じる光路長差（位相差）は必ずしも一定である必要はないが、一般には、各領域の境界で、ある一定の光路長差  $m\lambda$ （波長  $\lambda$  の光に対して位相差  $2m\pi$ ）をもつように構成する場合が多い。この場合、波長  $\lambda$ 、あるいは波長  $\lambda$  近傍の波長の光が入射すると、各領域の境界の周期と同じ周期を持つ回折格子があった場合に発生する回折光のうち、 $m$  次の回折光が最も強く発生する。具体的には、波長  $\lambda$  の光に対して、均質な屈折率  $n_1$  を持つ媒質 1 から、均質な屈折率  $n_2$  を持つ媒質 2 へ、波長  $\lambda$  の光が垂直に入射する場合、領域の境界での段差を  $m\lambda / (n_2 - n_1)$  とすれば、 $m$  次の回折光の強度が最大となる。そこで本明細書においては、 $m\lambda$  をブレース化波長と呼ぶ。

#### 【0025】

また、少なくとも一面でレンズの有効範囲内が複数の領域に分けられており、各領域間で位相がシフトする作用を持つ構造を位相シフト構造といい、位相シフト構造を持つレンズを位相シフトレンズと定義する。該定義によれば、回折レンズも位相シフトレンズの一種であるといえるが、本明細書では、各領域の境界の間隔変化が 1 2 次程度までの比較的単純な関数で展開でき、各領域の境界で与える位相差が一定のものを特に回折レンズと記載し、そうでないものを位相シフトレンズと記載する。

#### 【0026】

図 1 は、実施形態に係る光ディスク用対物レンズ 10 を表す図である。光ディスク用対物レンズ 10 は、保護層の厚みや記録密度が異なる複数種類の光ディスクに対して互換性を有する光情報記録再生装置に搭載される。

#### 【0027】

光ディスク 20A（20B）は、図示しないターンテーブル上に載置され回転駆動される。なお本明細書では、保護層が厚く記録密度が低い光ディスク（例えば CD や CD-R 等）を第一の光ディスク 20A と記す。また、保護層が薄く記録密度が高い光ディスク（例えば DVD）を第二の光ディスク 20B と記す。

#### 【0028】

第一の光ディスク 20A に対して情報の記録・再生を行う際には、比較的大径のビームスポットを形成するために波長の長いレーザー光（以下、第一のレーザー光という）が光源（不図示）から照射される。また、記録密度の高い第二の光ディスク 20B に対して記録・再生を行う際には、記録面上において小径のスポットを形成するために、第一のレーザー光よりも波長の短いレーザー光（以下、第二のレーザー光という）が光源から照射される。

#### 【0029】

上記光源から照射され、コリメートレンズ（不図示）を介して平行光に近い状態に変換されたレーザー光は、対物レンズ 10 により光ディスク 20A（20B）の記録面近傍に収束される。対物レンズ 10 は、図 1 に示すように両面とも非球面である両凸のプラスチック製単レンズである。

#### 【0030】

上述した通り、第一の光ディスク 20A と第二の光ディスク 20B では、保護層の厚さが異なる。このため、使用されるディスクによって球面収差が変化する。そこで、本実施形態においては、対物レンズ 10 の少なくとも一方の面に光軸を中心とした複数の微細な段差を有する輪帯状の構造を設ける。

#### 【0031】

対物レンズ 10 は、光源側から順に第一面 10a と第二面 10b を有する。図 2 は、対物レンズ 10 の光軸 AX を含む面での断面形状の第一面 10a 近傍の拡大図である。対物レンズ 10 における第一面 10a は、以下のように形成される。第一面 10a は、内側領域 11 と外側領域 12 を有する。上記のとおり、内側領域 11 および外側領域 12 は、複数の微細な輪帯状の段差を有している。そして、各輪帯状の段差は、面 10a の内側から外側に向かって、換言すれば光軸 AX から離れるにつれて、レンズの厚みが増すように形成される。

#### 【0032】

図 2 に模式的に示すように、面 10a の内側領域 11 は、第一の光ディスク 20A に対する情報記録再生時に必要とされる NA が得られるような所定のブレイズ化波長に設定された回折構造になっている。なお、ブレイズ化波長は、目的に合わせて適切に選定すれば良い。例えば、第一の光ディスク 20A 用の光学系で

光の利用効率を高める必要がある場合には、本実施形態のように、第一の光ディスク 20A に対して使用される第一のレーザー光の設計波長と同じ波長を選定すると良い。逆に、第二の光ディスク 20B 用の光学系で光の利用効率を高める必要がある場合には、第二の光ディスク 20B に対して使用される第二のレーザー光の設計波長と同じ波長を選定すれば良い。また特に上記いずれの要請もない場合には、第一、第二双方の光ディスクに対して比較的高い光利用効率を得られるように、第一のレーザー光と第二のレーザー光の中間的な波長に設定すると良い。

### 【0033】

また図 2 に示すように、外側領域 12 は、複数の輪帯状の段差部（輪帯段差）によって形成される複数の輪帯（C1、C2、C3、…）を有する。すなわち、外側領域 12 は、個別の非球面係数によって規定される複数の面 C1～の集合であるといえる。つまり本実施形態の対物レンズ 10 は、位相シフトレンズである。本実施形態の対物レンズ 10 は、複数の輪帯段差のうち少なくとも一組の隣り合う段差部で生じる光路長差が第二のレーザー光の波長の整数倍よりも若干小さくなるように構成される。具体的には、光路差を OPD とすると、対物レンズ 10 は、外側領域における少なくとも一組の隣り合う段差部が、以下の条件（1）を満たすように構成される。

$$(n-0.4) \leq \text{OPD} / \lambda < n \cdots (1)$$

但し、 $\lambda$  は第二のレーザー光の設計波長を、 $n$  は自然数を、それぞれ表す。

### 【0034】

上記の条件（1）を満たすように光路長差 OPD を設定することにより、以下の二つの効果が得られる。第一に、内側領域 11 および外側領域 12 を透過する第二のレーザー光は、高 NA となって、第二の光ディスク 20B の記録面上において小径のスポットを形成する。第二に、第二のレーザー光の設計波長と光路長差 OPD との差がより一層大きくなるため、対物レンズ 10 を透過する第一のレーザー光のうち、外側領域 12 を透過した光の拡散の度合いが大きくなる。従って、第一のレーザー光の拡散光が図示しないサーボ機構によって検出されたとしてもごく微量となり、該拡散光が検出されることによる AF 信号等のノイズの発

生を低減し、安定したかつ高精度な光ピックアップ動作が保証される。

#### 【0035】

なお、上記の二つの効果をより有効に得るためには、外側領域は、光路長差 O P D がさらに以下の条件 (2) を満たすように構成される。

$$(n-0.25) \leq \text{OPD} / \lambda \leq (n-0.05) \cdots (2)$$

#### 【0036】

ここで、上記輪帯段差を輪帯状の位相シフト面と捉えると、上記の外側領域 1 2 に関する構成は次のように説明することも可能である。すなわち、外側領域 1 2 は、外側領域 1 2 に設けられている複数の輪帯状の位相シフト面のうち少なくとも一箇所の位相シフト面における位相シフト量が  $2\pi$  の整数倍よりも若干小さくなるように構成される。具体的には、該位相シフト量を  $\phi$  とすると、対物レンズ 10 は、外側領域 1 2 における少なくとも一つの位相シフト量  $\phi$  が、以下の条件 (3) を満たすように構成される。

$$2(n-0.4)\pi \leq \phi < 2n\pi \cdots (3)$$

但し、 $n$  は自然数を表す。

#### 【0037】

また、より効果的に上記二つの効果を得るためには、外側領域 1 2 は、少なくとも一つの位相シフト量  $\phi$  が以下の条件 (4) を満たすように構成される。

$$2(n-0.25)\pi \leq \phi \leq 2(n-0.05)\pi \cdots (4)$$

#### 【0038】

ここで、自然数  $n$  は、輪帯段差の大きさを規定する数値である。自然数  $n$  が、以下の条件 (5) を満たすような対物レンズ 10 であれば、輪帯段差が大きすぎず製造に適した形状となる。

$$1 \leq n \leq 6 \cdots (5)$$

#### 【0039】

なお、外側領域 1 2 が全ての輪帯段差の光路長差 O P D が等しく設定された回折構造を有する場合、つまり対物レンズ 10 が回折レンズである場合、該対物レンズ 10 は、外側領域 1 2 のブレイズ波長が第二のレーザー光の波長の整数倍よりも若干小さくなるように構成される。具体的には、対物レンズ 10 は、外側領



域 12 のブレース波長  $\lambda_0$  が以下の条件 (6) を満たすように構成される。

$$0.9 \leq \lambda_0 / (m\lambda) < 1.0 \cdots (6)$$

但し、 $\lambda$  は第二のレーザー光の設計波長を、 $m$  は第二の光ディスク 20B に対する情報記録再生時に使用する第二のレーザー光の回折次数を、それぞれ表す。

#### 【0040】

光ピックアップに使用する回折光の強度を高めるために、各輪帯状の段差は、面 10a の内側から外側に向かって、レンズの厚みが増すように形成される。対物レンズ 10 が回折レンズである場合にも同様である。つまり、対物レンズ 10 が回折レンズである場合、外側領域 12 の回折構造は正のパワーを有するように設計される。これにより、温度変化による収差の変動を低減し、色収差を良好に補正する効果が得られる。

#### 【0041】

次に上述した実施形態に基づく具体的な実施例を 5 例提示する。いずれの実施例も保護層の厚みが 1.2 mm の第一の光ディスク 20A と、保護層の厚みが 0.6 mm の第二の光ディスク 20B との互換性を有する光ディスク用対物レンズ 10 である。実施例 1 と実施例 2 の対物レンズは、外側領域 12 に回折構造が設けられた回折レンズである。実施例 3 から実施例 5 の対物レンズ 10 は、外側領域 12 を個別の非球面係数を有する複数の面の集合として捉えることが可能な、位相シフトレンズである。

#### 【0042】

##### 【実施例 1】

図 1 は、実施例 1 の対物レンズ 10 を表す概略図である。なお、実施例 2 から実施例 5 の対物レンズも図 1 に示す対物レンズ 10 と略同一である。実施例 1 の対物レンズ 10 の具体的な数値構成は、表 1 および表 2 に示されている。

#### 【0043】

【表 1】

	ディスク20A	ディスク20B
設計波長	790nm	655nm
$f_{OBL}$	2.52	2.50
NA	0.48	0.60

【表 2】

面番号	r	d1	d2	nd	$\nu d$
1	特殊面	1.40		1.5436	55.7
2	-6.940	0.97	1.33		
3	$\infty$	1.20	0.60	1.5855	29.9
4	$\infty$	-			

## 【0044】

表 1 中、設計波長とは、第一の光ディスク 20A および第二の光ディスク 20B を記録・再生する際に最も適した波長のことである。 $f_{OBL}$  は、対物レンズ 30 の焦点距離（単位：mm）、NA は像側の開口数である。なお、表 1 に示す具体的数値構成は、他の実施例 2～5 においても同様である。

## 【0045】

表 2 中、面番号 1、2 が対物レンズ 10、面番号 3、4 が媒体である光ディスクの保護層を示している。r はレンズ各面の曲率半径（単位：mm）、d1 は第一の光ディスク 20A に対する情報の記録再生時におけるレンズ厚またはレンズ間隔（単位：mm）、d2 は第二の光ディスク 20B に対する情報の記録再生時におけるレンズ厚またはレンズ間隔（単位：mm）、nd は d 線（588nm）での屈折力、 $\nu d$  は d 線でのアッペ数である。

## 【0046】

また、対物レンズ 30 の第一面 10a（面番号 1）および第二面 10b（面番号 2）は非球面である。その形状は光軸からの高さが h となる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離（サグ量）を X（h）、非球面の光軸上での曲率（ $1/r$ ）を C、円錐係数を K、4 次、6 次、8 次、10 次、12 次の非球面係数を  $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$  として、以下の式で表される。

## 【数 1】

$$X(h) = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

各非球面を規定する円錐係数と非球面係数は、表 3 に示される。なお、表 3 に示すように対物レンズ 30 の第一面 10a（面番号 1）は、レンズの内側領域 11（ $h < 1.20$ ）と外側領域 12（ $h > 1.20$ ）とによって非球面の形状が異なっている。

【0047】

【表 3】

面番号	#1 ( $h < 1.20$ )	#1 ( $h > 1.20$ )	#2
r	1.554	1.548	-6.940
$\kappa$	-0.500	-0.500	0.000
A04	$-4.89100 \times 10^{-3}$	$-7.01000 \times 10^{-3}$	$3.35000 \times 10^{-2}$
A06	$-1.95300 \times 10^{-3}$	$-5.60000 \times 10^{-4}$	$-1.64000 \times 10^{-2}$
A08	$-1.25000 \times 10^{-4}$	$1.53000 \times 10^{-4}$	$3.96000 \times 10^{-3}$
A10	$-3.20000 \times 10^{-4}$	$-3.48000 \times 10^{-4}$	$-4.13000 \times 10^{-4}$
A12	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$

【0048】

さらに、対物レンズ 30 の第一面 10a（面番号 1）に形成された回折構造は、以下の光路差関数  $\phi(h)$  により表される。

## 【数 2】

$$\phi(h) = (P_2h^2 + P_4h^4 + P_6h^6 + \dots) \times m \times \lambda$$

光路差関数  $\phi(h)$  は、回折面（第一面 10a）上での光軸からの高さ  $h$  の点において、回折構造により回折されなかった場合の仮想の光線と、回折構造により回折された光線との光路長差を示す。 $P_2$ 、 $P_4$ 、 $P_6$ 、…はそれぞれ 2 次、4 次、6 次、…の係数である。該回折構造を規定する光路差関数係数  $P_2$ 、…は、表 4 に示される。なお、表 4 において、 $m$  は、内側領域 11 では第一の光ディスク

ク 20A に対する情報記録再生時に使用される第一のレーザー光、および第二の光ディスク 20B に対する情報記録再生時に使用される第二のレーザー光の回折次数を、外側領域 12 では第二の光ディスク 20B に対する情報記録再生時に使用される第二のレーザー光の回折次数を表す。すなわち、内側領域 11 では第一のレーザー光と第二のレーザー光はどちらも同じ次数の回折光を利用している。また、 $\lambda_0$  はブレイズ化波長である。

【0049】

【表 4】

面番号	#1 ( $h < 1.20$ )	#1 ( $h > 1.20$ )
P02	$1.00000 \times 10^{+0}$	$2.02900 \times 10^{+0}$
P04	$-5.09000 \times 10^{+0}$	$-6.82000 \times 10^{+0}$
P06	$-9.20000 \times 10^{-1}$	$5.50000 \times 10^{-1}$
P08	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
P10	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
P12	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
m	1	1
$\lambda_0$	790nm	600nm

【0050】

表 4 に示すように、実施例 1 では、第二のレーザー光の一次回折光を第二の光ディスクに対する情報の記録再生用の光として使用する。そのため、外側領域 12 は、第二のレーザー光の一次回折光の光強度が他の回折光に比べ最も高くなるようにブレイズ化波長  $\lambda_0$  を 600 nm に設定している。従って、実施例 1 の対物レンズ 10 は、 $\lambda_0 / (m\lambda)$  が 0.916 となり、条件 (6) を満たす。図 3 は、実施例 1 の対物レンズ 10 を透過した第一のレーザー光が第一の光ディスク 20A の記録面近傍で形成するスポット中心からの距離 (単位: mm) と光強度 (単位: %) との関係を表すグラフである。光強度は、スポットの中心強度を 100% としたときの値である。条件 (6) を満たす実施例 1 の対物レンズ 10 を透過した第一のレーザー光は、スポット中心から約 0.010 mm 離れた場所での光強度が 0.1% よりも小さく抑えられている。つまり、スポット中心以外の光が記録面で反射してサーボ機構に検出されたとしても極めて微量であり、AF 信号等にノイズとして現れるおそれなくなる。従って、高い精度での光ピックアップ動作が保証される。

## 【0051】

また、上記のとおり実施例1の対物レンズ10は、位相シフトレンズの中でも特に外側領域12の回折構造における各輪帯段差での光路長差OPDおよび位相差 $\phi$ が全て等しい回折レンズである。実施例1の対物レンズ10は、光路長差OPDが600である。表1より設計波長 $\lambda$ が655nmであるため、 $OPD/\lambda$ は0.916となる。つまり、実施例1の対物レンズ（回折レンズ）10は、条件式（1）および条件（2）を満足する。さらに位相差 $\phi$ は $1.83\pi$ であるため、条件（3）および条件（4）も満たす。また条件（1）～（4）において、自然数nは1に設定されているため、条件（5）も満足する。

## 【0052】

## 【実施例2】

実施例2の対物レンズ10の具体的数値構成および非球面形状は、実施例1と略同一であるため、表2および表3を参照し、ここでの説明は省略する。表5は、実施例2の対物レンズ10における、内側領域11と外側領域12の光路差関数係数 $P_2$ 、…、回折次数m、およびブレイズ化波長 $\lambda_0$ を示す。

## 【0053】

【表5】

面番号	#1 ( $h < 1.20$ )	#1 ( $h > 1.20$ )
P02	$1.00000 \times 10^{+0}$	$6.76333 \times 10^{-1}$
P04	$-5.09000 \times 10^{+0}$	$-2.27333 \times 10^{+0}$
P06	$-9.20000 \times 10^{-1}$	$1.83333 \times 10^{-1}$
P08	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
P10	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
P12	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
m	1	3
$\lambda_0$	790nm	1800nm

## 【0054】

表5に示すように、実施例2では、第二のレーザー光の3次回折光を第二の光ディスクに対する情報の記録再生用の光として使用する。そのため、外側領域12は、第二のレーザー光の3次回折光の光強度が最も高くなるようにブレイズ化波長 $\lambda_0$ を1800nmに設定している。従って、実施例2の対物レンズ10は

、 $\lambda_0/(m\lambda)$ が0.916となり、条件(6)を満たす。図4は、実施例2の対物レンズ10を透過した第一のレーザー光が第一の光ディスク20Aの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離(単位:mm)と光強度(単位:%)との関係を表すグラフである。条件(6)を満たす実施例2の対物レンズ10を透過した第一のレーザー光は、スポット中心から離れるにつれ、光強度が下がる。そして約0.010mm離れた場所での光強度は0.05%にも満たない。つまり、スポット中心以外の光が記録面で反射してサーボ機構に検出されることはほとんどなく、AF信号等にノイズとして現れるおそれなくなる。従って、高い精度での光ピックアップ動作が保証される。

#### 【0055】

また、上記のとおり実施例2の対物レンズ10も実施例1の対物レンズと同様、位相シフトレンズの中でも特に外側領域12の回折構造における各輪帯段差での光路長差OPDおよび位相差 $\phi$ が全て等しい回折レンズである。実施例2の対物レンズ10は、光路長差OPDが1800である。表1より設計波長 $\lambda$ が655nmであるため、 $OPD/\lambda$ は2.748となる。つまり、実施例1の対物レンズ(回折レンズ)10は、条件式(1)および条件(2)を満足する。さらに位相差 $\phi$ は $1.83\pi$ であるため、条件(3)および条件(4)も満たす。また条件(1)～(4)において、自然数nは3に設定されているため、条件(5)も満足する。

#### 【0056】

##### 【実施例3】

表6は、実施例3の対物レンズ10における、外側領域12の面形状を特定するための具体的数値構成である。実施例3の対物レンズ10において、第一面10a(面番号1)の内側領域11および第二面10b(面番号2)は実施例1と略同一である。従って、内側領域11の非球面係数と光路差関数係数や、第二面10bの非球面係数は、表3～表5を参照し、ここでの説明は省略する。

#### 【0057】

【表 6】

輪帯	C1	C2	C3
h	$1.200 \leq h < 1.280$	$1.280 \leq h < 1.320$	$1.320 \leq h < 1.395$
r	1.56453	1.56492	1.56608
$\kappa$	-0.500	-0.500	-0.500
A04	$1.57069 \times 10^{-3}$	$1.57238 \times 10^{-3}$	$1.57746 \times 10^{-3}$
A06	$-1.77062 \times 10^{-3}$	$-1.77323 \times 10^{-3}$	$-1.78108 \times 10^{-3}$
A08	$1.01646 \times 10^{-3}$	$1.01842 \times 10^{-3}$	$1.02431 \times 10^{-3}$
A10	$-5.88554 \times 10^{-4}$	$-5.88408 \times 10^{-4}$	$-5.87969 \times 10^{-4}$
A12	$2.38485 \times 10^{-5}$	$2.39169 \times 10^{-5}$	$2.41223 \times 10^{-5}$
d_shift	-0.01326	-0.01437	-0.01768
輪帯	C4	C5	
h	$1.395 \leq h < 1.477$	$1.477 \leq h < 1.500$	
r	1.56763	1.56879	
$\kappa$	-0.500	-0.500	
A04	$1.58423 \times 10^{-3}$	$1.58931 \times 10^{-3}$	
A06	$-1.79154 \times 10^{-3}$	$-1.79938 \times 10^{-3}$	
A08	$1.03215 \times 10^{-3}$	$1.03804 \times 10^{-3}$	
A10	$-5.87385 \times 10^{-4}$	$-5.86946 \times 10^{-4}$	
A12	$2.43962 \times 10^{-5}$	$2.46015 \times 10^{-5}$	
d_shift	-0.02210	-0.02542	

## 【0058】

表 6 に示すように、実施例 3 の対物レンズ 10 は、輪帯段差によって輪帯 C1 から輪帯 C5 までの 5 つの面を有する。表 6 中、d\_shift は、面頂点のシフト量である。面頂点のシフト量とは、図 2 中、破線で示すように各面を延長して光軸 AX と交わる点をそれぞれ P1、P2、P3、…とし、これら各点と実際の第一面 10a が光軸 AX と交わる点 P0 との距離を意味する。

## 【0059】

表 7 は、実施例 3 の対物レンズ 10 における外側領域 12 の各輪帯間の光路長差を示す。

## 【0060】

【表 7】

	OPD/ $\lambda$	n	$\phi$
C1~C2	0.92	1	$1.83\pi$
C2~C3	2.75	3	$5.50\pi$
C3~C4	3.66	4	$7.33\pi$
C4~C5	2.75	3	$5.50\pi$

**【0061】**

表7に示すように、どの光路長差OPDも条件(1)を満たす。特に輪帯C1と輪帯C2間の光路長差は条件(2)も満たす。また、位相シフト量 $\phi$ も条件(3)を満たす(輪帯C1と輪帯C2間の位相シフト量にあっては条件(4)も満たす)ことを意味する。また、 $n$ はどれも6よりも小さい値に設定されており、条件(5)も満たす。つまり、第一面10aの成形が容易に行われる。

**【0062】**

図5は、このように各条件を満たす実施例3の対物レンズ10を透過した第一のレーザー光が第一の光ディスク20Aの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離(単位:mm)と光強度(単位:%)との関係を表すグラフである。条件(1)~条件(4)を満たす実施例3の対物レンズ10を透過した第一のレーザー光は、スポット中心から離れるにつれ、徐々に光強度が下がる。そして約0.010mm離れた場所での光強度はほとんど0に等しい。つまり、スポット中心以外の光が記録面で反射してサーボ機構に検出されることはほとんどなく、AF信号等にノイズとして表れるおそれなくなる。従って、高い精度での光ピックアップ動作が保証される。

**【0063】****【実施例4】**

表8は、実施例4の対物レンズ10における、外側領域12の面形状を特定するための具体的数値構成である。実施例4の対物レンズ10において、第一面10a(面番号1)の内側領域11および第二面10b(面番号2)は実施例1と略同一である。従って、内側領域11の非球面係数と光路差関数係数や、第二面10bの非球面係数は、表3~表5を参照し、ここでの説明は省略する。

**【0064】**



【表 8】

輪帯	C1	C2	C3
h	$1.200 \leq h < 1.300$	$1.300 \leq h < 1.370$	$1.370 \leq h < 1.430$
r	1.56453	1.56569	1.56685
$\kappa$	-0.500	-0.500	-0.500
A04	$1.57069 \times 10^{-3}$	$1.57577 \times 10^{-3}$	$1.58085 \times 10^{-3}$
A06	$-1.77062 \times 10^{-3}$	$-1.77846 \times 10^{-3}$	$-1.78631 \times 10^{-3}$
A08	$1.01646 \times 10^{-3}$	$1.02235 \times 10^{-3}$	$1.02823 \times 10^{-3}$
A10	$-5.88554 \times 10^{-4}$	$-5.88115 \times 10^{-4}$	$-5.87677 \times 10^{-4}$
A12	$2.38485 \times 10^{-5}$	$2.40538 \times 10^{-5}$	$2.42592 \times 10^{-5}$
d_shift	-0.01326	-0.01658	-0.01989
輪帯	C4	C5	
h	$1.430 \leq h < 1.477$	$1.477 \leq h < 1.500$	
r	1.56880	1.56965	
$\kappa$	-0.500	-0.500	
A04	$1.43777 \times 10^{-3}$	$1.43592 \times 10^{-3}$	
A06	$-5.63514 \times 10^{-4}$	$-5.60905 \times 10^{-4}$	
A08	$1.81045 \times 10^{-4}$	$1.79748 \times 10^{-4}$	
A10	$-2.97400 \times 10^{-4}$	$-2.95400 \times 10^{-4}$	
A12	$-1.37515 \times 10^{-5}$	$-1.37838 \times 10^{-5}$	
d_shift	-0.02544	-0.02787	

## 【0065】

表 8 に示すように、実施例 4 の対物レンズ 10 は、輪帯段差によって輪帯 C 1 から輪帯 C 5 までの 5 つの面を有する。表 9 は、実施例 4 の対物レンズ 10 における外側領域 12 の各輪帯間の光路長差を示す。

## 【0066】

【表 9】

	OPD/ $\lambda$	n	$\phi$
C1~C2	2.75	3	$5.50\pi$
C2~C3	2.75	3	$5.50\pi$
C3~C4	2.86	3	$5.72\pi$
C4~C5	2.00		$4.00\pi$

## 【0067】

表 9 に示すように、実施例 4 の対物レンズ 10 は、輪帯 C 4 と輪帯 C 5 間の光路長差を除いてどの光路長差 OPD も条件 (1) を満たす。特に輪帯 C 3 と輪帯 C 4 間の光路長差は条件 (2) も満たす。このことは、輪帯 C 4 と輪帯 C 5 間を除く、どの位相シフト量  $\phi$  も条件 (3) を満たす (輪帯 C 3 と輪帯 C 4 間の位相

シフト量にあつては条件（４）も満たす）ことを意味する。また、 $n$ は輪帯C4と輪帯C5間を除きどれも6よりも小さい値に設定されており、条件（５）も満たしている。つまり第一面10aの成形が容易に行われる。

#### 【0068】

図6は、以上説明した実施例4の対物レンズ10を透過した第一のレーザー光が第一の光ディスク20Aの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離（単位：mm）と光強度（単位：%）との関係を表すグラフである。実施例4の対物レンズ10を透過した第一のレーザー光は、スポット中心から離れるにつれ、徐々に光強度が下がる。そして約0.010mm離れた場所での光強度はほとんど0に等しい。つまり、外側領域における全ての輪帯間が条件（１）～（４）を満たさなくても、上記の実施例3等と同様の効果が得られることがわかる。

#### 【0069】

##### 【実施例5】

表10は、実施例5の対物レンズ10における、外側領域12の面形状を特定するための具体的数値構成である。実施例5の対物レンズ10において、第一面10a（面番号1）の内側領域11および第二面10b（面番号2）は実施例1と略同一である。従って、内側領域11の非球面係数と光路差関数係数や、第二面10bの非球面係数は、表3～表5を参照し、ここでの説明は省略する。

#### 【0070】

【表 10】

輪帯	C1	C2	C3
h	$1.200 \leq h < 1.325$	$1.325 \leq h < 1.427$	$1.427 \leq h < 1.480$
r	1.56475	1.56678	1.56841
$\kappa$	-0.500	-0.500	-0.500
A04	$1.50838 \times 10^{-3}$	$1.51031 \times 10^{-3}$	$1.51185 \times 10^{-3}$
A06	$-1.17294 \times 10^{-3}$	$-1.17621 \times 10^{-3}$	$-1.17883 \times 10^{-3}$
A08	$6.01672 \times 10^{-4}$	$6.04954 \times 10^{-4}$	$6.07580 \times 10^{-4}$
A10	$-4.47477 \times 10^{-4}$	$-4.44612 \times 10^{-4}$	$-4.42319 \times 10^{-4}$
A12	$5.12115 \times 10^{-6}$	$5.25192 \times 10^{-6}$	$5.35654 \times 10^{-6}$
d_shift	-0.0139	-0.01969	-0.02432
輪帯	C4		
h	$1.480 \leq h < 1.500$		
r	1.56922		
$\kappa$	-0.500		
A04	$1.51262 \times 10^{-3}$		
A06	$-1.18014 \times 10^{-3}$		
A08	$6.08893 \times 10^{-4}$		
A10	$-4.41173 \times 10^{-4}$		
A12	$5.40885 \times 10^{-6}$		
d_shift	-0.02664		

## 【0071】

表 10 に示すように、実施例 5 の対物レンズ 10 は、輪帯段差によって輪帯 C1 から輪帯 C4 までの 4 つの面を有する。表 11 は、実施例 5 の対物レンズ 10 における外側領域 12 の各輪帯間の光路長差を示す。

## 【0072】

【表 11】

	OPD/ $\lambda$	n	$\phi$
C1~C2	4.79	5	$9.58\pi$
C2~C3	3.77	4	$7.54\pi$
C3~C4	1.92	2	$3.83\pi$

## 【0073】

表 11 に示すように、実施例 5 の対物レンズ 10 は、どの光路長差 OPD も条件 (1) および条件 (2) を満たす。このことは、どの位相シフト量  $\phi$  も条件 (3) および条件 (4) を満たすことを意味する。また、n はどれも 6 よりも小さい値に設定されており、条件 (5) も満たしている。つまり第一面 10a の成形が容易に行われる。

**【0074】**

図7は、以上説明した実施例5の対物レンズ10を透過した第一のレーザー光が第一の光ディスク20Aの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離（単位：mm）と光強度（単位：%）との関係を表すグラフである。実施例5の対物レンズ10も上記の各実施例と同様の効果が得られることがわかる。

**【0075】**

以上が本発明の実施例である。なお、上述した5つの実施例はあくまでも本発明に係る対物レンズの一例である。つまり本発明に係る対物レンズは、各実施例の具体的数値構成に限定されるものではない。例えば回折レンズ以外の位相シフトレンズの外側領域において、上記の条件（1）～（4）を満たす輪帯間は、少なくとも一つあれば、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に外側領域を介した拡散光に起因するAF信号のノイズを低減することができる。

**【0076】****【発明の効果】**

以上のように、本発明によれば、対物レンズの外側領域における輪帯状の段差部における光路長差、換言すれば位相シフト量が所定条件を満たすように構成にすることにより、第一のレーザー光使用時のAF信号にノイズが発生するのを抑え、高い精度での光ピックアップを可能にする。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明の実施形態の対物レンズを表す概略図である。

**【図2】**

本発明の実施形態の対物レンズの光軸を含む面での断面形状の第一面近傍の拡大図である。

**【図3】**

実施例1の対物レンズを透過した第一のレーザー光が第一の光ディスクの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離と光強度との関係を表すグラフである。

**【図4】**

実施例 2 の対物レンズを透過した第一のレーザー光が第一の光ディスクの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離と光強度との関係を表すグラフである。

【図 5】

実施例 3 の対物レンズを透過した第一のレーザー光が第一の光ディスクの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離と光強度との関係を表すグラフである。

【図 6】

実施例 4 の対物レンズを透過した第一のレーザー光が第一の光ディスクの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離と光強度との関係を表すグラフである。

【図 7】

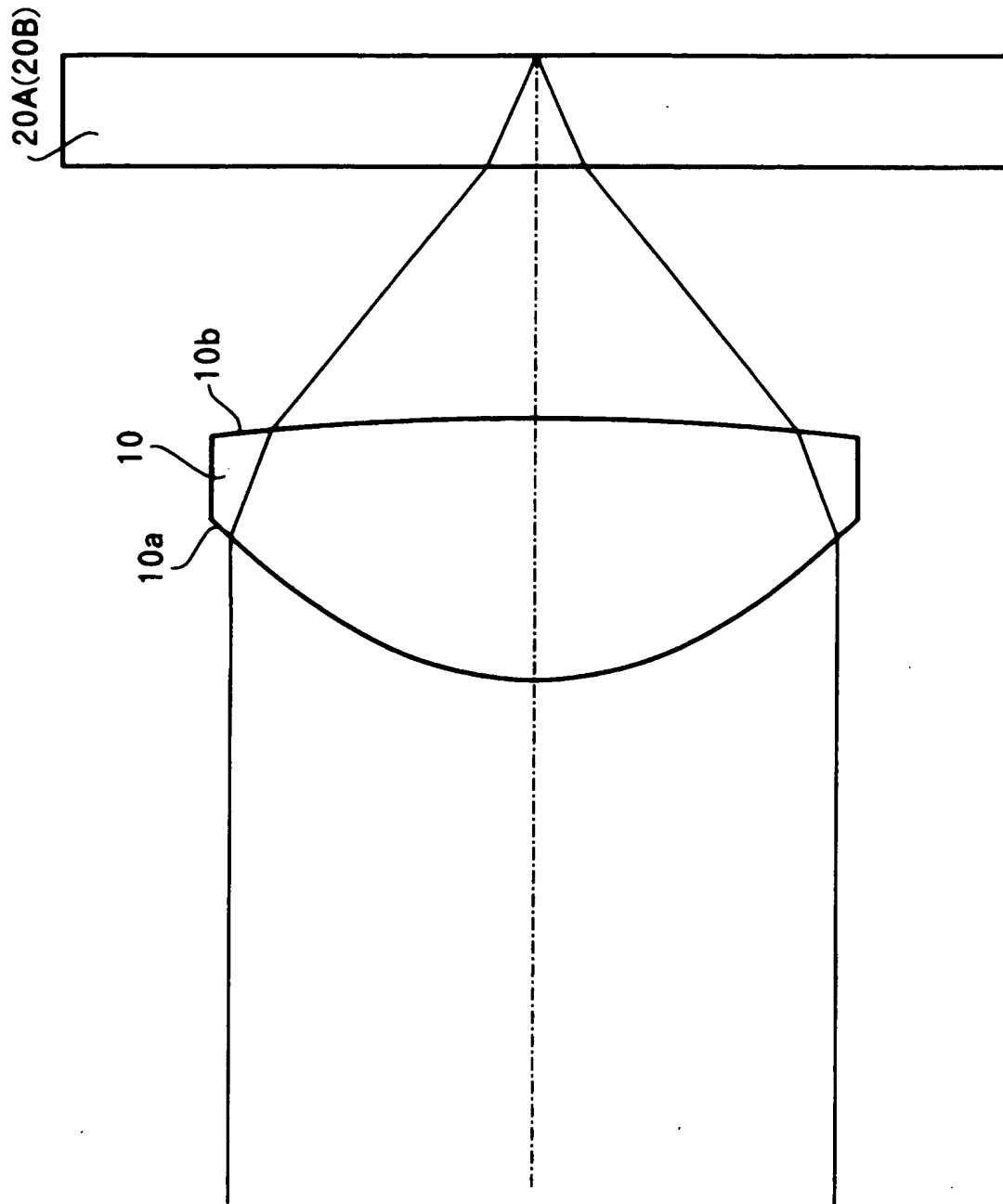
実施例 5 の対物レンズを透過した第一のレーザー光が第一の光ディスクの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離と光強度との関係を表すグラフである。

【符号の説明】

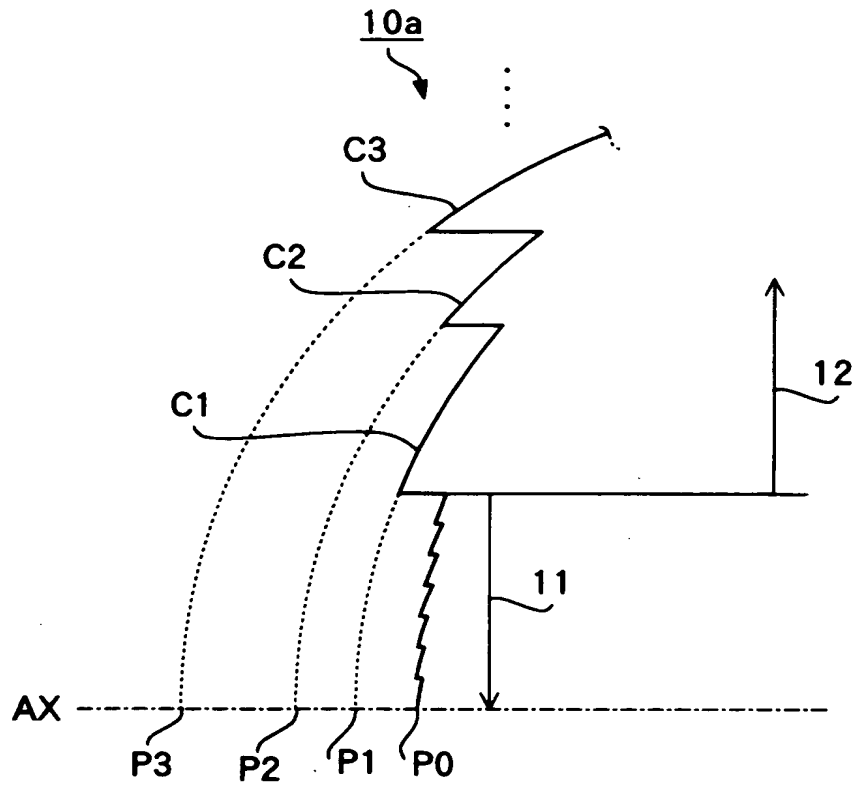
- 1 0 対物レンズ
- 1 1 内側領域
- 1 2 外側領域
- 2 0 A 第一の光ディスク
- 2 0 B 第二の光ディスク

【書類名】 図面

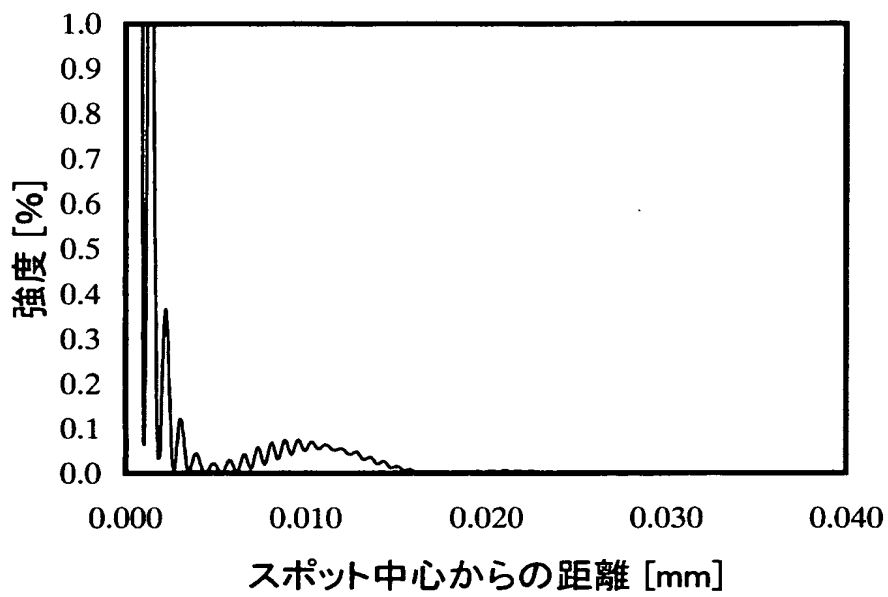
【図 1】



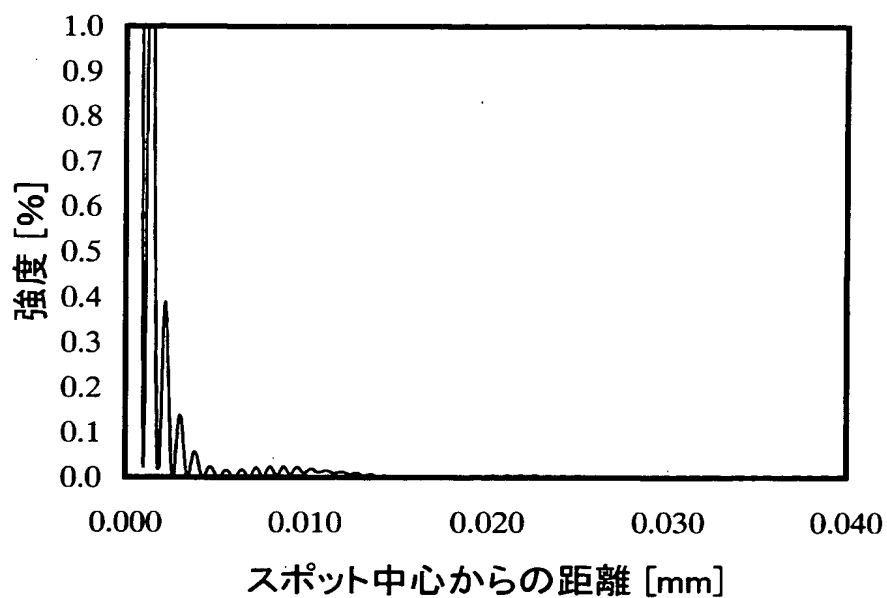
【図 2】



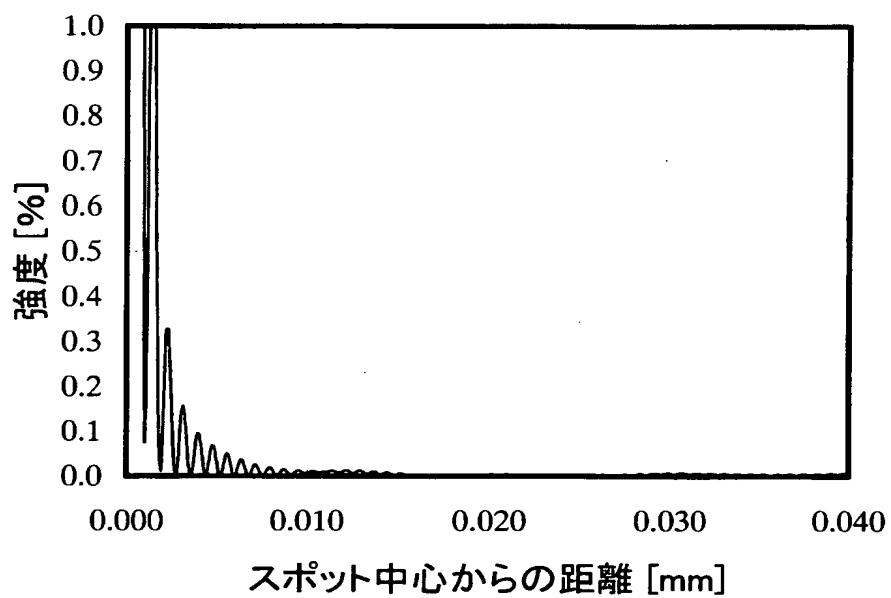
【図 3】



【図 4】

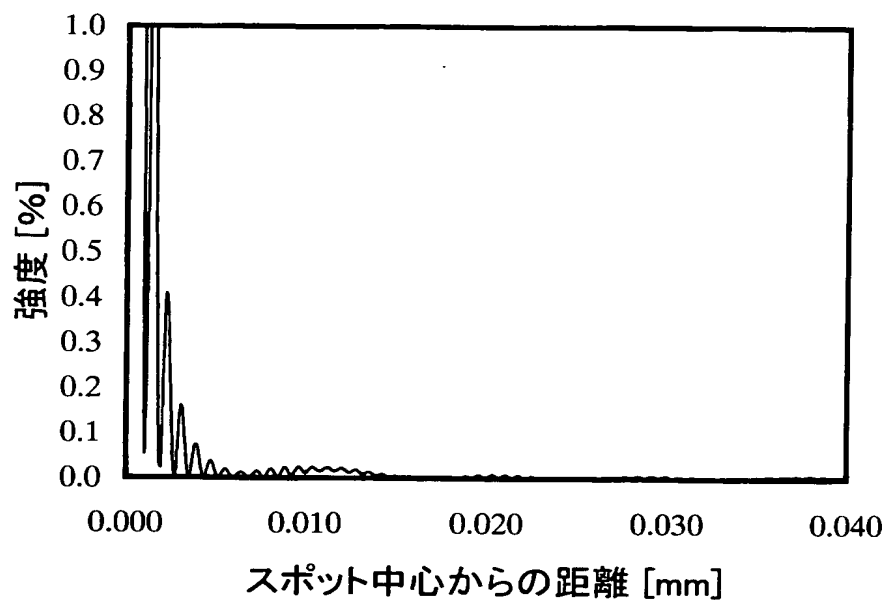


【図 5】

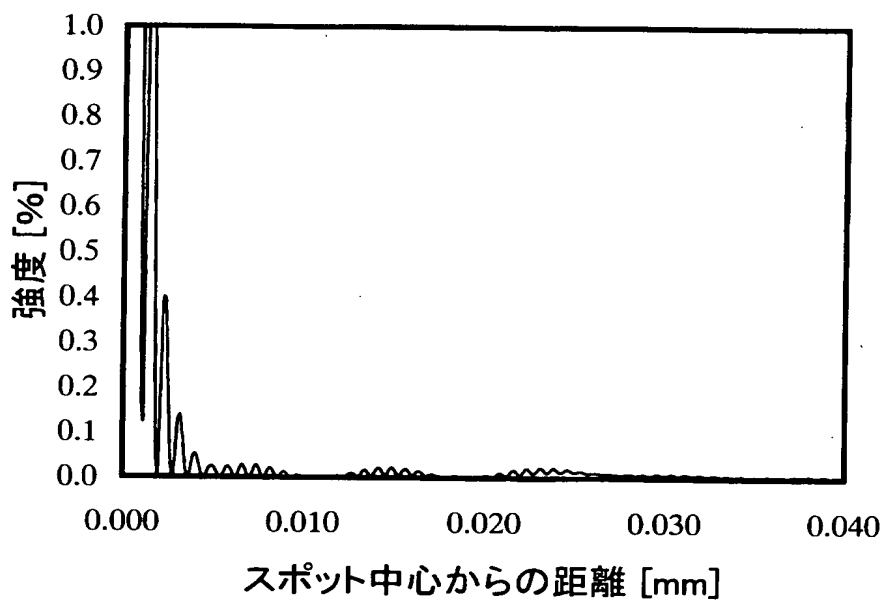




【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 記録面の異なる複数種類の光ディスクに対する情報の記録再生を実現しつつ、精度の高い光ピックアップ動作を保証する光ディスク用対物レンズを提供すること。

【解決手段】 光ディスク用対物レンズは、少なくとも一面が複数の微小な段差を有する輪帯状の構造をもち、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する対物レンズに関する。該対物レンズは、輪帯段差を有する面を、光軸側により近い内側領域と該内側領域の外側にある外側領域とに分けた場合に、外側領域の少なくとも1つの輪帯段差で生じる光路長差が第二のレーザー光の波長の整数倍よりも所定量小さくなるような構成にした。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 0 3 5 3 5
受付番号	5 0 3 0 0 0 2 6 9 7 9
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 1 月 1 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 1月 9日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 0 3 5 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

氏 名

ペンタックス株式会社